

**Family list**

**1** family member for:

**JP2001301047**

Derived from 1 application.

**1 FRP PRODUCT AND APPARATUS FOR MANUFACTURING IT**

**Publication info: JP2001301047 A - 2001-10-30**

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

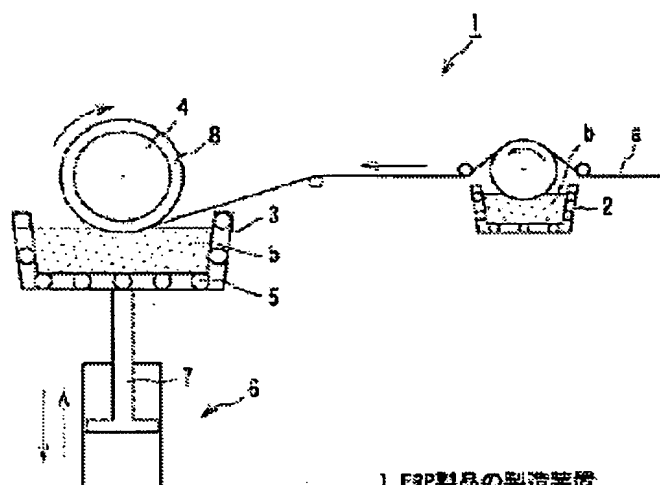
## FRP PRODUCT AND APPARATUS FOR MANUFACTURING IT

**Patent number:** JP2001301047  
**Publication date:** 2001-10-30  
**Inventor:** EBINA MASAHIKO  
**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
 - international: B29C70/06; B29B15/12; B29K263/00; B29K309/08  
 - european:  
**Application number:** JP20000115396 20000417  
**Priority number(s):** JP20000115396 20000417

Report a data error here

#### Abstract of JP2001301047

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an FRP product capable of realizing cost reduction and excellent in various characteristics such as mechanical characteristics, corrosion resistance, electrical characteristics or the like and an apparatus for manufacturing the same. **SOLUTION:** The apparatus for manufacturing the FRP product is equipped with a preparatory impregnation tank 2 filled with a resin solution to be infiltrated in a reinforcing fiber material, an impregnation tank 3 filled with a resin solution (b) to be further infiltrated in the reinforcing fiber material impregnated in the preparatory impregnation tank 2, and the mandrel 4 provided above the impregnation tank 3 and rotated to continuously taking up a fiber reinforced plastic material reinforced by the reinforcing fiber material.



- 1 FRP製品の製造装置
- 2 予備含浸槽
- 3 含浸槽
- 4 マンドレル
- 5 温度調整器付きモータ
- 6 液位調節手段
- 7 溶液
- 8 FRP製品
- a 樹脂溶液
- b 樹脂溶液

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-301047

(P2001-301047A)

(43) 公開日 平成13年10月30日 (2001. 10. 30)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-リ-ト (参考)

B 2 9 C 70/06

B 2 9 B 15/12

4 F 0 7 2

B 2 9 B 15/12

B 2 9 K 263: 00

4 F 2 0 5

// B 2 9 K 263: 00

309: 08

309: 08

B 2 9 C 67/14

L

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-115396(P2000-115396)

(22) 出願日 平成12年4月17日 (2000. 4. 17)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 蝦名 雅彦

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(74) 代理人 100078765

弁理士 波多野 久 (外1名)

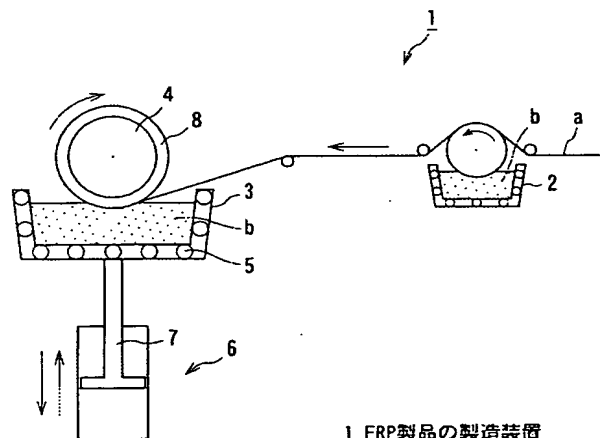
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 FRP製品およびその製造装置

(57) 【要約】

【課題】 コスト低減を実現でき、かつ機械的特性、耐食性および電気的特性などの諸特性に優れたFRP製品およびその製造装置を得る。

【解決手段】 補強繊維材に含浸する樹脂液を満たした予備含浸槽2と、この予備含浸槽2で含浸された補強繊維材をさらに含浸する樹脂液bを満たした含浸槽3と、この含浸槽3の上部に設けられ、補強繊維材によって強化された繊維強化プラスチックを回転により連続的に巻きとるマンドレル4と、を備えることを特徴とする。



- 1 FRP製品の製造装置
- 2 予備含浸槽
- 3 含浸槽
- 4 マンドレル
- 5 温度調整器付きヒータ
- 6 液位調節手段
- 7 シリンド
- 8 FRP製品
- a 長繊維束
- b 樹脂液

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 補強繊維材に含浸する樹脂液を満たした予備含浸槽と、この予備含浸槽で含浸された補強繊維材をさらに含浸する樹脂液を満たした含浸槽と、この含浸槽の上部に設けられ、前記補強繊維材によって強化された繊維強化プラスチックを回転により連続的に巻きとるマンドレルと、を備えることを特徴とするFRP製品の製造装置。

【請求項2】 請求項1記載のFRP製品の製造装置において、補強繊維材は、長繊維束、テープ状繊維材またはクロス状繊維材であることを特徴とするFRP製品の製造装置。

【請求項3】 請求項1記載のFRP製品の製造装置において、含浸槽内の樹脂液の液面を常に一定の液位に保つ液位調節手段を備えたことを特徴とするFRP製品の製造装置。

【請求項4】 請求項1記載のFRP製品の製造装置において、含浸槽内にタッチロールを設けたことを特徴とするFRP製品の製造装置。

【請求項5】 請求項4記載のFRP製品の製造装置において、タッチロールは、含浸槽内の樹脂液の液面とマンドレルとの間に配置されることを特徴とするFRP製品の製造装置。

【請求項6】 請求項1記載のFRP製品の製造装置において、含浸槽内にガイドロールを複数個備えたことを特徴とするFRP製品の製造装置。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれかに記載のFRP製品の製造装置において、含浸槽内の樹脂液の温度を調節する温度調節手段を備えたことを特徴とするFRP製品の製造装置。

【請求項8】 請求項1ないし7までのいずれかのFRP製品の製造装置を用いて筒形状またはコア材の外周に成形されたFRP製品。

【請求項9】 請求項8記載のFRP製品において、インパルス破壊ストレスが140ないし165kV/cmの範囲であり、ボイド含有率が0.3%以下であることを特徴とするFRP製品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、繊維材により補強した繊維強化プラスチック（以下、FRP（fiber reinforced plastic）とする。）製品およびその製造装置に関するものであり、特に平滑性が高く、かつ含浸基材のボイドを抑制したFRP製品およびその製造装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、機械的特性や電気絶縁性能に優れた素材としてFRPが、様々な分野で幅広く利用されている。FRP製品を製造する場合には、手積み（ハンドレイアップ）法、フィラメントワインディング（以下、

FWと略す）法、引抜き成形法または乾式真空含浸法などの製法が知られている。

【0003】 これらの方法のうち、FW法は、連続ガラス繊維からなるガラス繊維テープ等の補強繊維材に、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂またはフェノール樹脂などの熱硬化性プラスチックの初期縮合物を含浸させた後、それを心型（マンドレル）に連続的かつ均質に巻き付けて積層することにより球形ないし円筒形状の強化プラスチック製品を一体成形する方式である。すなわち、補強繊維材の表面に含まれる空気と樹脂とが置換されることにより繊維材に樹脂が含浸され、所定の巻き角度で補強繊維材を連続的にマンドレルに巻き付ける方法である。

【0004】 また、FW法による樹脂液含浸装置には2種類の方式があり、樹脂液を満たした含浸槽内に補強繊維材を通して含浸するディッピング方式と、回転するドラム上で補強繊維材に樹脂を含浸するドラム方式とがある。いずれの含浸方式においても、樹脂を含浸した後は、補強繊維材をマンドレルに巻き付け、巻き付け品を硬化後脱芯する。

【0005】 このようなFW法によれば、最も強度の大きいFRP製品を得られることから、パイプ類や耐圧容器類、その他の機械的強度が要求される構造部材として幅広く利用されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述したFW法では、樹脂を含浸する際に大量に空気を含んだ補強繊維材が含浸槽内に進入しても十分に空気と樹脂を置換することができず、成形品に空ほう（泡）、すなわちボイドが発生してしまうという問題を有していた。

【0007】 ボイドの存在により引張強さ、破断伸び、衝撃強さなどが影響を受けることから、最近、ボイドを低減するための技術が開発され、問題はかなり改善されてきたが、成形品中の微細なボイドを皆無にする製法はまだ確立されていない。このため、FW法によるFRP製品は、高い信頼性が要求される高電圧機器の用途にはまだ一部しか使われていないという状況であった。

【0008】 一方、製品中の微細なボイドを無くすために、繊維材を乾式で巻取りした後、真空下で樹脂を含浸してボイドレスFRP製品を製造する真空含浸法がある。また、ボイドレスの信頼性を高めるため真空含浸後、オートクレープで加圧することもある。真空含浸法により製造されたボイドレスFRP製品は、機械的特性のみならず耐食性や電気的特性にも優れ、高電圧機器の部品にも適用されている。

【0009】 しかしながら、真空含浸法では、含浸工程を真空タンクで、硬化工程を加圧タンクで行い、さらに、乾式巻取り工程、真空含浸工程および加圧硬化工程などと作業工数も多いことから、ボイドレスで優れたFRP製品を得られるものの、FRP製品を製造するコス

トが非常に高いものとなっていた。特に、大型のFRP製品を製造する際には、大掛かりな製造設備を要することから、経済的にも不利であるという問題を有していた。

【0010】本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、コスト低減を実現でき、かつ機械的特性、耐食性および電気的特性などの諸特性に優れたFRP製品およびその製造装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した目的を解決するために種々研究を行った結果、本発明に至ったものである。

【0012】すなわち、請求項1記載のFRP製品の製造装置は、補強繊維材に含浸する樹脂液を満たした予備含浸槽と、この予備含浸槽で含浸された補強繊維材をさらに含浸する樹脂液を満たした含浸槽と、この含浸槽の上部に設けられ、前記補強繊維材によって強化された繊維強化プラスチックを回転により連続的に巻きとるマンドレルと、を備えることを特徴とする。

【0013】本発明によれば、通常の含浸槽である程度含浸された補強繊維材をマンドレルに直結した含浸槽で更に含浸しながら巻き付けるため、繊維の含浸状態が良くなり空気と樹脂の置換を十分行なうことができる。従って、微細なボイドの発生を抑制解消することが可能となり、機械的特性、耐食性、電気的特性に優れ、高電圧機器にまで適用可能な大型FRP製品を製造できる。

【0014】また、本発明によれば、真空含浸法と比較すると、真空タンクなどの装置を必要とせず、製造工程数なども低減できることから、FRP製品を安価に製作できコスト低減を図れる。

【0015】請求項2記載の発明は、請求項1記載のFRP製品の製造装置において、補強繊維材は、長繊維束、テープ状繊維材またはクロス状繊維材であることを特徴とする。

【0016】従来は、長繊維束またはテープ状繊維材を用いたフィラメント・ワインディング装置のみ、もしくはクロスを用いたクロス湿式巻取り装置のみしか使えないのが通常であった。本発明によれば、マンドレルの下に、様々な形状の繊維材が入るサイズの含浸槽を設けたことから、補強繊維材が長繊維束のみならず、テープ状繊維材またはクロス状繊維材、さらには、それらを複合した形態の繊維材までを1台の製造装置で含浸巻取りすることができる。従って、長繊維束、テープ状繊維材、クロス状繊維材を適宜選択組み合わせ、1台の製造装置により、機械的特性、耐食性、電気的特性に優れ、高電圧機器にまで適用可能な大型FRP製品を製造できることから、製造コストを低減できる。

【0017】請求項3記載の発明は、請求項1記載のFRP製品の製造装置において、含浸槽内の樹脂液の液面

を常に一定の液位に保つ液位調節手段を備えたことを特徴とする。

【0018】本発明によれば、マンドレル下の含浸槽に補強繊維材が浸る状態を安定に維持することができ、補強繊維材の空気および樹脂の置換を確実に行なうことができる。

【0019】請求項4記載の発明は、請求項1記載のFRP製品の製造装置において、含浸槽内にタッチロールを設けたことを特徴とする。

10 【0020】本発明によれば、マンドレル下の含浸槽中にタッチロールを設けることで、気泡を押しつぶすと同時に、FRP製品の表面に平滑性を付与できる。

【0021】請求項5記載の発明は、請求項4記載のFRP製品の製造装置において、タッチロールは、含浸槽内の樹脂液の液面とマンドレルとの間に配置されることを特徴とする。

20 【0022】本発明によれば、タッチロールをマンドレル下の含浸槽の液面とマンドレルとの間に設置することにより、タッチロールがドラム含浸方式のドラムと同様の機能を持ち、含浸槽からほぼ一定の樹脂量をマンドレル上の製品に塗工含浸でき、更にボイドレスのレベルを安定した状態で、FRP製品表面に平滑性を付与することができる。

【0023】また、タッチロールの加圧力を適正に調整することにより、気泡を押しつぶしてボイドレスのレベルを高めるのみならず、製品表面を平滑にすることができる。なお、タッチロールを用いて成型フィルムを緻密に巻き付け固定することもでき、外周の加工コストを低減することもできる。

30 【0024】請求項6記載の発明は、請求項1記載のFRP製品の製造装置において、含浸槽内にガイドロールを複数個備えたことを特徴とする。

【0025】本発明によれば、マンドレル下の含浸槽の中にガイドロールを複数個設け補強繊維材が含浸槽内を通過する時間、すなわち浸漬時間を必要なボイドレスレベルに応じて調整できるため、真空含浸法に匹敵するレベルまでボイドの低減を図れる。従って、FRP製品の信頼性が向上し、高電圧機器の絶縁部品にまで適用することができる。

40 【0026】請求項7記載の発明は、請求項1ないし6のいずれかに記載のFRP製品の製造装置において、含浸槽内の樹脂液の温度を調節する温度調節手段を備えたことを特徴とする。

【0027】本発明によれば、含浸槽内の樹脂液の温度を一定範囲にコントロールすることにより樹脂の粘度を適正に維持し含浸を確実にものとする~~ことができる~~。また、温度調節により、マンドレル上に成形される樹脂の反応率を精度良く制御できるため、FRP製品の品質向上を図れる。

50 【0028】請求項8記載のFRP製品は、請求項1な

いし 7 までのいずれかの FRP 製品の製造装置を用いて筒状形状またはコア材の外周に成形される。

【0029】本発明によれば、ボイドレスの FRP 筒製品またはコア材の外周に FRP 層を形成した FRP 製品を得られる。コア材には、導体または絶縁物のどちらでも使用でき、接着が良好な形で準備する。いずれにせよ、マンドレルと同様取り付けられて含浸巻取りできれば形状は問わない。

【0030】請求項 9 記載の発明は、請求項 8 記載の FRP 製品において、インパルス破壊ストレスが 140 ないし 165 kV/cm の範囲であり、ボイド含有率が 0.3% 以下であることを特徴とする。

【0031】本発明によれば、ボイドレスで、機械的特性、耐食性、電気的特性に優れた FRP 筒部品またはコア材の外周に FRP 層を形成した FRP 製品を得られるため、この FRP 製品を高電圧機器に適用するとともに、FRP 製品を安価に提供できる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の FRP 製品の製造装置および FRP 製品について、表 1 および図 1 ないし

【0033】第 1 実施形態（図 1～図 4）

本実施形態では、FRP 製品の製造装置を説明する。

【0034】図 1 は、FRP 製品の製造装置を概略的に示す断面図である。なお、本製造装置では、補強繊維材として長繊維束を用いた。

【0035】図 1 に示すように、FRP 製品の製造装置 1 は、長繊維束 a に樹脂液 b を含浸するドラム式の予備含浸槽 2 と、さらにこの長繊維束 a に樹脂液 b を含浸させる含浸槽 3 とを備える。そして、この含浸槽 3 の上部位置には、含浸後の長繊維束 a を回転により連続的に巻きとる円筒形状のマンドレル 4 を備える。

【0036】含浸槽 3 は、樹脂液 b を一定の温度範囲に調節する温度調節手段としての温度調整器付きヒータ 5 を備え、また、樹脂液 b 液面の液位を検知して樹脂液 b の液面を調節する液位調節手段 6 を有する。この液位調節手段 6 は、樹脂液 b の液位を検出する図示しない液位検出器と、含浸槽 3 の下部位置に設けられたシリンダ 7 とを備え、液位検出器からの信号に基づきシリンダ 7 を制御する図示しない制御装置とを有する。

【0037】このような構成の FRP 製品の製造装置 1 では、まず、予備含浸槽 2 で回転するドラム上で長繊維束 a に樹脂液 b が含浸され、この長繊維束 a はさらに含浸槽 3 に導入される。含浸槽 3 では、液位検出器により樹脂液 b の液面の液位が検出され、樹脂液 b の液位が低い信号が図示しない制御装置に送られると、この制御装置から信号が送られてシリンダ 7 が上下に作動し、シリンダ 7 は、樹脂液 b の液面とマンドレル 4 の最下端が接触するように、樹脂液 b の液位を調節するようになっている。そして、長繊維束 a は、加温された樹脂液 b に含

浸されると同時にマンドレル 4 に巻き付けられ、硬化した FRP 製品 8 を得る。なお、本実施形態に示す予備含浸槽 2 を設けない場合であっても、一般構造部材用の FRP 製品を作ることはできるが、FRP 製品のボイド含有率を下げるために、図 1 に示すドラム式などの予備含浸槽 2 を通した長繊維束 a を含浸槽 3 に導くのが望ましい。

【0038】図 2 は、図 1 に示す FRP 製品の製造装置 1 に改良を加えた製造装置を示す図である。

【0039】図 2 に示すように、含浸槽 3 とマンドレル 4 との間にタッチロール 9 a、9 b が配置される。このタッチロール 9 a、9 b には、樹脂液 b に常に一定の深さでタッチロール 9 a、9 b が浸るように、樹脂液 b の液位を調節する液位調節手段 10 が設けられる。液位調節手段 10 は、タッチロール 9 a、9 b および樹脂液 b 液面の位置を検知する図示しない液位検出器と、この液位検出器から検出された信号に基づきシリンダ 7 を制御する図示しない制御装置とを備え、この検知信号によりシリンダ 7 が上下に作動して制御される。なお、タッチロール 9 a、9 b に備えた液位調節手段 10 は、図 1 に示す含浸槽 3 内の樹脂液 b の液位を調節する液位調節手段 6 と共用することも可能である。

【0040】この液位調節手段 10 により、適正な深さの樹脂液 b に浸されたタッチロール 9 a、9 b は樹脂をドラム方式と同じような原理で、長繊維束 a に樹脂液 b を含浸することができる。更にタッチロール 9 a、9 b の押し付け圧は、シリンダ 7 で調整可能であるため、繊維に巻き込んだ微少なボイドを押しつぶして解消する機能をも有する。

【0041】なお、図 2 には示さないが、タッチロール 9 a、9 b 内にヒータもしくは熱媒体を流す構造とすることもできる。これにより、更に厳しい温度管理が要求される場合であっても、一層厳密な温度管理を行える。

【0042】また、タッチロール 9 a、9 b の材質としては、マンドレル 4 との間隙を一定に保ち撓み等の変形をきたさずに平滑であれば特に材質は限定されず、一般には、鉄鋼材にクロムメッキしたものが適している。

【0043】図 3 は、図 2 に示す FRP 製品の製造装置 1 に改良を加えた製造装置を示す図である。

【0044】図 3 に示すように、含浸槽 3 内のタッチロール 9 a、9 b の手前に、樹脂液 b 中に複数個のガイドロール 11 が設けられている。複数個のガイドロール 11 の設置により、長繊維束 a が樹脂液 b 中に浸漬される長繊維束 a の距離が長くなり、これにより長繊維束 a が樹脂液 b 中にできるだけ長く浸漬される。なお、ガイドロール 11 を設置する数を増やすほど含浸槽 3 内の長繊維束 a の距離が長くなり、樹脂液 b の含浸時間は増え、その結果ボイドを低減できるが、ガイドロール 11 の数を増やすと、含浸槽 3 が大きくなり材料ロスが大きくなるため、ボイドレス要求性能と経済性を鑑みて含浸槽 3

の大きさとガイドロール11の数や位置を設計すると良い。また、ガイドロール11の形状は円柱、長円柱などであって表面が平滑であれば材質は特に制限されない。

【0045】図1ないし図3に示したFRP製品の製造装置では、補強繊維材として長繊維束aを用いたが、本実施形態においては、補強繊維材は長繊維束aに限定されるものでなく、テープ状繊維cやクロス状繊維dを適用することができる。

【0046】図4は、上方から見たFRP製品の製造装置の概要を模式的に示す鳥瞰図であり、(a)は、補強繊維材として長繊維束aおよびテープ状繊維cを用いた場合、(b)は、補強繊維材としてテープ状繊維dを用いた場合を示す。

【0047】図4の(a)および(b)に示すように、FRP製品の製造装置に使用できる補強繊維材の形態は、FW法で一般的に使用される長繊維束aのみならず、要求特性や生産性に応じてテープ状繊維材cやクロス(布)状繊維材dも取り付けられる構造を持っている。これら補強繊維材の基になる単繊維には特に制限はなく、ガラス繊維全般、カーボン繊維、ポリエステル繊維、アラミド繊維、アルミナ繊維、ボロン繊維などを用いることが可能である。

【0048】また、本実施形態の製造装置において、使用する樹脂液bの種類も特に制限されることはなく、一般的には熱硬化性樹脂が使用され、例えば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂などがある。また、硬化剤や硬化促進剤は、使用する熱硬化性樹脂の種類によって任意に選定することができ、また、脱泡剤、湿潤剤、帯電防止剤または着色剤などの成分を必要に応じて添加配合することも可能である。

【0049】本実施形態によれば、図1に示すように、通常含浸槽3である程度含浸された長繊維束aをマンドレル4に直結した含浸槽3でさらに含浸しながら巻き付けているため、繊維の含浸状態が良くなり微細なボイドの発生を防止し、機械的特性、耐食性および電気的特性に優れたFRP製品を得ることができる。

【0050】また、図2に示すように、タッチロール9a、9bを配置することにより含浸性の向上のみならず、FRP製品8の外周を平滑にすることができ機械加工の工数を低減することも可能である。なお、補強繊維材を巻き取り後、タッチロール9a、9bと巻き取り品の間

【0051】さらに、図3に示すように、ガイドロール11を設置することにより、より補強繊維材に樹脂の含浸を行うことができ、ボイドを低減して、含浸性および生産性を向上できる。

【0052】第2実施形態(表1、図3、図5)

本実施形態においては、第1実施形態の図3に示すFRP製品の製造装置を用い、補強繊維材としてガラスクロスを適用して、ボイドレスのFRP筒製の絶縁筒を作製し、このFRP筒製の絶縁筒の評価を行った。

【0053】まず、図3に示すFRP製品の製造装置1に、外径 $\Phi 50 \times$ 全長 $L 1200$ mmのマンドレル4とガラスクロス11KS-2810(縫製平織)をセットし、含浸槽3にはエポキシ系含浸樹脂3TCR622(樹脂温度 $80^\circ\text{C}$ 、 $20\text{cP}$ )を満たした。クロスの巻き取りスピードを $4\text{m/分}$ 、タッチロール9a、9bの押し付け圧力を $150\text{kgf/L}1200\text{mm}$ として、製品の外径 $\Phi 70$ まで巻き取った。その後、外周にポリエステル製離型フィルム75ミクロン厚を巻き付け、回転させながら $80^\circ\text{C}$ の電気炉で $20\text{h}$ 加熱硬化後、脱芯して $130^\circ\text{C} \times 20\text{h}$ のアフターキュアを行った。

【0054】その後、得られたFRP製品を超音波探傷試験に供し、層間剥離やクラックまたはボイドがないことを確認した。

【0055】更に端面を全長 $500\text{mm}$ 長さの絶縁筒2本に機械加工し、 $AC460\text{KV} \times 1\text{分}$ 、 $1\text{mp}750\text{KV} \times 3$ 回を印加後、 $AC460\text{KV}$ までノーコロナであることを確認した。

【0056】コロナ試験後、 $15\text{mm}$ 厚さの輪切りサンプルを10個切り出し、油中インパルス破壊ストレス(1mp)試験を行った。また、JIS-K-7053に準じたボイド含有率(%)を測定した。

【0057】なお、上述したFRP製品と同様の材料を用い、真空含浸法により作製したFRP製品を比較例とし、フィラメントワインディング(FW)法により作製したFRP製品を従来例として、同様に試験を行った。この結果を図5および表1に示す。

【0058】図5に示すように、従来例のFW品が、インパルス破壊ストレスの平均値が $90.2\text{kV/cm}$ であるのと比べて、本発明のFRP製品の製造装置を用いて製造したサンプルのインパルス破壊ストレスの平均値は、 $150.2\text{kV/cm}$ と高い値を示しており、真空含浸法で製造された比較例の $155.6\text{kV/cm}$ と同レベルであった。

【0059】

【表1】

9	インパルス破壊ストレス(KV/cm)	10 ポイド含有率(%)
本発明	150.2	0.3
比較例(真空含浸品)	155.6	0.1以下
従来例(FW品)	90.2	約5%

【0060】また、表1に示すように、従来例のFW品では、ポイド含有率が約5%程度であるのに対し、本発明のポイド含有率は0.3%となっており、格段にポイドを低減でき、真空含浸法のポイド含有率0.1%以下により近づいていることも裏付けられた。なお、本発明のFRP製品のガラスコンテンツは70.0%であった。

【0061】本実施形態によれば、フィラメントワインディング(FW)法を用いた場合であっても、作製されたFRP製品8は、真空含浸法と同程度にポイドの発生を低減でき優れたFRP製品8を得られるとともに、コスト低減を図ることができる。

【0062】また、FRP製品の製造装置をガラス繊維等の電気絶縁繊維材と熱硬化性樹脂に適用して絶縁筒その他の成形品に応用することにより、真空含浸法と遜色ない電気絶縁性能、機械的特性、耐食性を兼ね、大型絶縁部品を安価に得ることができる。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のFRP製品の製造装置によれば、大気圧中でも真空含浸法に匹敵するポイド含有率のFRP成形品を製造でき、かつ製造コストを低減できることから、高い信頼性が要求される高電圧機器等にFRP製品を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態における、FRP製品の製造装置の構成を概略的に示す断面図。

【図2】図2は、図1の製造装置に改良を加えた装置を示し、含浸槽とマンドレルとの間にタッチロールを配置

したFRP製品の製造装置の構成を示す断面図。

【図3】図3は、図2の製造装置に改良を加えた装置を示し、含浸槽内の樹脂液中に複数個のガイドロールを設けたFRP製品の製造装置の構成を示す断面図。

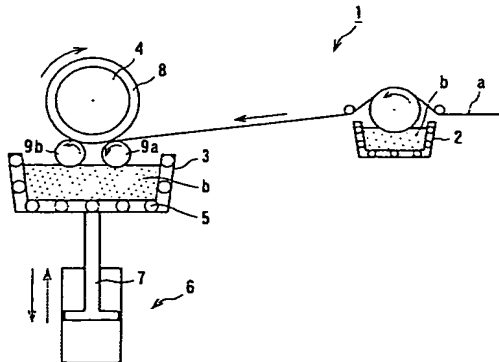
【図4】本発明の第1実施形態における、FRP製品の製造装置の概要を模式的に示す鳥瞰図であり、(a)は、補強繊維材として長繊維束およびテープ状繊維を用いた図であり、(b)は、補強繊維材としてテープ状繊維を用いた図を示す。

【図5】本発明の第2実施形態を説明する図で、本発明、比較例および従来例のインパルス破壊試験結果を示すグラフ図。

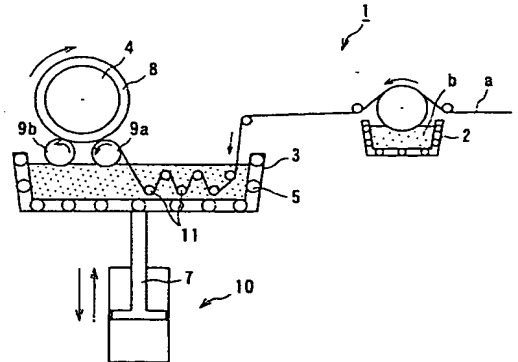
【符号の説明】

- 1 FRP製品の製造装置
- 2 予備含浸槽
- 3 含浸槽
- 4 マンドレル
- 5 温度調節器付きヒータ
- 6 液位調節手段
- 7 シリンダ
- 8 FRP製品
- 9 a, 9 b タッチロール
- 10 液位調節手段
- 11 ガイドロール
- a 長繊維束
- b 樹脂液
- c テープ状繊維材
- d クロス状繊維材

【図2】

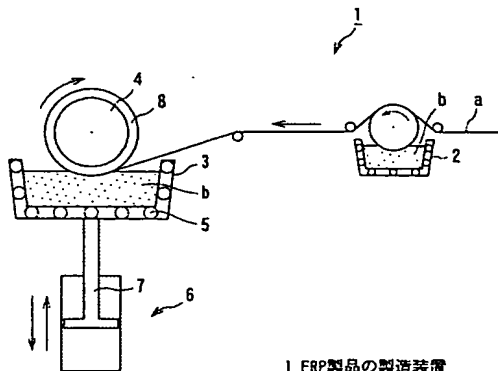


【図3】



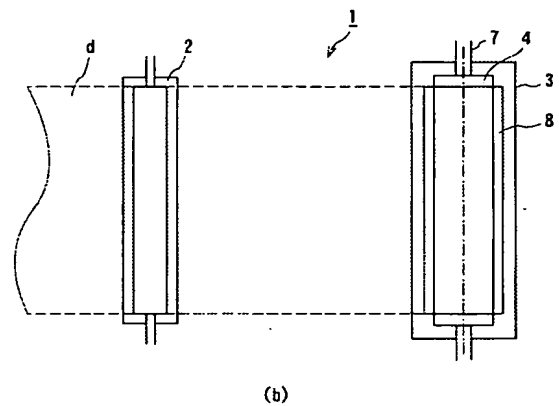
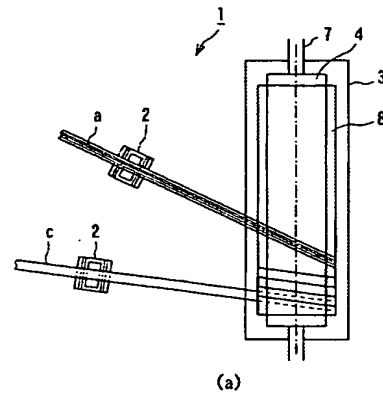


【図1】

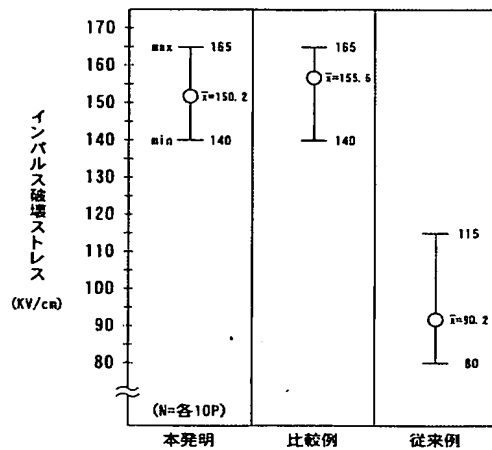


- 1 FRP製品の製造装置  
2 予備含浸槽  
3 含浸槽  
4 マンドレル  
5 温度調整器付きヒータ  
6 液位調節手段  
7 シリカ  
8 FRP製品  
a 長繊維束  
b 樹脂液

【図4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F072 AA04 AA07 AB05 AB06 AB08  
AB09 AB10 AB22 AB28 AB29  
AD12 AD13 AD23 AD38 AG06  
AG14 AH04 AH13 AH22 AH53  
AJ03 AJ20 AJ34 AJ37 AK05  
AK06 AK11 AL11  
4F205 AA36 AD16 AG08 AH33 HA02  
HA06 HA23 HA33 HA37 HA46  
HB01 HC02 HE21 HF01 HK22  
HK31 HL03 HL12 HL13 HM03  
HM16